

02292986 **Image available**

DISTRIBUTED FEEDBACK TYPE SEMICONDUCTOR LASER

Pub. No.: 62-209886 [JP 62209886 A]

Published: September 16, 1987 (19870916)

Inventor: KUWAMURA YUJI

Applicant: NEC CORP [000423] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

Application No.: 61-052862 [JP 8652862]

Filed: March 10, 1986 (19860310)

INTL CLASS: International Class: 4 J H01S-003/18

JAPIO Class: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)

JAPIO Keyword: R002 (LASERS)

Journal: Section: E, Section No. 586, Vol. 12, No. 65, Pg. 141, February 27, 1988 (19880227)

ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a uniaxial-mode oscillating element in high probability by forming a multilayer film filter having wavelength selectivity on at least one light emitting surface of a distributed feedback type semiconductor (DFB) laser.

CONSTITUTION: A nonreflecting coating (or low reflecting film) film 4 is formed on one cleaved surface of a DFB laser 1, and a multilayer film in which n (n: positive integer number) of SiO(sub 2) films 2 and amorphous Si 3 are sequentially laminated on the remaining cleaved surface is formed. The multilayer film of such a structure has an abrupt wavelength dependency to provide nonsymmetrical Δn characteristic for Bragg wavelength. Thus, the minimum of the reflecting mirror loss Δn exists at one position to enhance the probability of selectively oscillating only in a uniaxial mode.

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-209886

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)9月16日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 分布帰還型半導体レーザ

⑯ 特 願 昭61-52862

⑰ 出 願 昭61(1986)3月10日

⑱ 発 明 者 桑 村 有 司 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

発明の名称 分布帰還型半導体レーザ

特許請求の範囲

半導体基板上に少なくとも活性層と前記活性層よりもエネルギーギャップが大きく、かつ一方の面に回折格子が形成された光ガイド層とを有する分布帰還型半導体レーザにおいて、少なくとも一方の光出射面に波長選択性のある多層膜を有していることを特徴とする分布帰還型半導体レーザ。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は分布帰還型半導体レーザに関する。

(従来技術)

同期構造(回折格子)をレーザ反射機構として利用する分布帰還型半導体レーザ(以下DFBレーザと略す)は、素子内部に設けた回折格子の周期で定まるブラッグ波長近傍で単一軸モード発振し、高速直接変調時にも単一軸モード動作を維持するため、

光ファイバの大容量長波長伝送システムの光源として有望視されている。

(発明が解決しようとしている問題点)

DFBレーザは、素子内部に形成した回折格子による反射率の波長依存性によって選択的に一本の軸モードを発振させようとするものであるが、通常のDFBレーザでは、ブラッグ波長で発振せず、ブラッグ波長をはさむ2本の軸モードが発振しやすい。この原因を以下簡単に説明する。第3図は、通常よく試作されるDFBレーザで、共振器の片端面での反射率 R_1 を0とし、残りの端面での反射率 R_2 が0.3の時(この反射率はへきかい面での反射率とほぼ一致する)、規格化波長 $\Delta\beta L$ に対する反射鏡損失 αL を示したものである。第3図から明らかなように反射鏡損失 αL の最小値は、ブラッグ波長に存在しない。しかも、反射鏡損失 αL はブラッグ波長を中心として左右ほぼ対称な形となっているため、しきい値利得の極小値はブラッグ波長をはさんだ両側に存在することになる。このため、通常のDFBレーザでは、ブラッグ波長をはさむ2本の縦

モードが発振する確率が高くなり、単一モードで発振するDFBレーザの歩留りを悪くする原因となっている。そこで単一軸モード発振するDFBレーザの歩留りをよくするためには、1) 発振しきい値利得の最小値をブラッグ反射と一致させる、2) $\Delta\beta L$ 対 αL 曲線(規格化波長に対する反射鏡損失曲線)をブラッグ波長を中心として左右非対称な形にする、ことなどが有効となってくる。

1)のタイプのレーザにおいては、通常のDFB-LDの共振器方向のほぼ中心で回折格子の位相を n だけずらすことを特徴とする。通常のDFB-LDにおいては、回折格子のブラッグ波長に相当する励振光の前進波と回折格子による反射波の位相がキャビティ方向の中心で n だけことなる。つまり、両者の波がたがいに打ち消し合うため、ブラッグ波長での発振に必要な利得が高くなり、この波長の光は励振されない。そこでレーザのキャビティ方向の中央で回折格子の位相を n だけずらしてやると回折格子による1次の反射光は、前進波と同位相となり

ブラッグ波長でのレーザ発振が可能となる。この原理を利用したのが1)の改良点である。

事実1)の改良点に着目した $\lambda/4$ シフト型DFBレーザの試作例が1984年11月22発行エレクトロニクスレターズ誌第20巻4号1008~1010項に報告されており、ブラッグ波長に一致した単一軸モード発振するDFBレーザが(ベレットで評価した歩留りとしては)歩留りよく得られている。しかし、上記の方法では $\lambda/4$ シフト型回折格子を有する基板を形成する工程を行なわねばならず、この工程での $\lambda/4$ シフト型基板作製の歩留りも問題となる。事実、上記の論文では、基板上にポジ型及びネガ型のフォトリジストを隣接して形成し、二光束干渉露光法により焼きつけを行った後、半導体基板をエッチングする工程により $\lambda/4$ シフト型回折格子を形成しているため、両者のレジスト最適露光時間が異なることなどの問題点があり $\lambda/4$ シフト型回折格子を有する基板を形成する工程での歩留りは決してよいとはいえない。

本発明は、上記の2)の改良点に着目し、安定に単一軸モードで発振するDFBレーザの製造歩留りを向上させることにある。

(問題点を解決するための手段)

本発明の要旨とするところは、 $\Delta\beta L$ 対 αL 曲線をブラッグ波長に対して左右非対称な形にするため、DFBレーザの少なくとも一方の光出射面に波長選択性のある多層膜ほどすことにある。

(作用)

本発明の作用について述べる前に従来型の多層膜を有するDFBレーザと本発明の波長選択性のある多層膜を有するDFBレーザとの違いについて最初に明確にしておく。従来、DFBレーザの出力端面に多層膜を形成する目的としては、第2図の波線で示したような特性すなわちレーザ端面での反射率を高反射にするために多層膜を形成していた。ところが本発明における多層膜は、第2図の実線で示したように波長の変化に対して反射率が変化するような波長選択性を有する多層膜をDFBレーザ端面に形成することにある。両者の違いは多層膜

の層数、層厚などのパラメータが大幅に異なる。一例として発振波長が $1.3\mu\text{m}$ のDFBレーザを例にとってみると、従来例では多層膜(具体例として SiO_2 と a-Si の多層膜を考えている)の層数が5層のものが多く、 SiO_2 の層厚は 2240\AA 、 a-Si の層厚は 1091\AA である。ところが本発明の多層膜では多層膜の層数が従来型のものより多く18層必要で SiO_2 の層厚は 2740\AA 、 a-Si の層厚は 1333\AA と設計パラメータが大幅に異なっている。

本発明の多層膜の作用を以下簡単に説明する。第4図は、DFBレーザの片端面の反射率 R_1 を0とし、残りの端面での反射率 R_2 をパラメータと7、DFBレーザの規格化相対発振波長 $\Delta\beta L$ に対する反射鏡損失 αL を計算したものである。第4図から明らかのようにDFBレーザのしきい値利得は、反射率 R_2 に依存している。本発明はこの効果を利用したものである。そこで今、波長が長くなるにつれて(第4図では $\Delta\beta L$ が負から正に変化するにつれて)端面反射率 R_2 がしだいに高くなるような特性を有する多層膜をDFBレーザのへき開面に形成すること

を考える。このフィルタを形成することで $\Delta\beta L < 0$ 側で発振可能な軸モードのしきい値利得は、 $\Delta\beta L > 0$ 側のそれより小さくすることができ、 $\Delta\beta L < 0$ 側の軸モードを選択的に発振させることができる。このようすを第4図でながめてみると従来型では第4図の実線5のようなブラッグ波長に対して左右対称な $\Delta\beta L$ - αL 特性を示したものを本発明の効果により第4図の波線6のようなブラッグ波長に対して左右非対称な $\Delta\beta L$ - αL 特性にすることができる。これにより反射鏡損失 αL の極小部は従来2カ所の波長で存在していたものが1カ所で存在するようになり、単一軸モードのみが選択的に発振する確率が高くなる。以上は一方の光出射面に波長選択性のある膜を施した例で説明したが、この事情は両方の出射面に多層膜を形成した場合も同様である。

(実施例)

第1図は、本発明の構成を明示するための全体構成図である。本発明は、DFBレーザ1の一方のへき開面に無反射コーティング(又は低反射膜)膜4を形

成して発振されやすくなる。また、DFBレーザの端面での回折格子の位相Qは素子作製時に制御することは不可能であるからDFBレーザの歩留りは位相Qがある発振利得差 $\Delta\alpha L$ 以上になる確率を評価することにより定量的に比較できる。今、両者の構造のDFBレーザを比較すると従来型構造のDFBレーザでは、 $\Delta\alpha L > 0.1$ が41%、 $\Delta\alpha L > 0.2$ が25%、 $\Delta\alpha L > 0.3$ が12%となっているのに対し、本発明のDFBレーザでは $\Delta\alpha L > 0.1$ が74%、 $\Delta\alpha L > 0.2$ が45%、 $\Delta\alpha L > 0.3$ が20%となっている。以上のことから、本発明によりDFBレーザの製造歩留りが向上することがわかる。

(発明の効果)

DFBレーザの少なくとも一方の光出射面に波長選択性のある多層膜フィルタを形成することにより従来型のDFBレーザより高い確率で単一軸モード発振する素子がえられる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明のDFBレーザの端面構造を示した構造図、第2図は多層膜フィルタの波長に対する反

射率依存性を示した図、第3図は従来型のDFBレーザの規格化発振波長 $\Delta\beta L$ 対反射鏡損失 αL を示した図、第4図は、従来型のDFBレーザで端面の反射率 R_2 を変化させた時の $\Delta\beta L$ 対 αL 曲線を示す図、第5図は本発明のDFBレーザにおける $\Delta\beta L$ 対 αL 曲線を示す図、第6図a)は従来型、b)は本発明のDFBレーザにおいて端面位相Qに対するDFBレーザのメインモードとサブモードの利得差 $\Delta\alpha L$ を示した図である。

成し、残りのへき開面に SiO_2 、アモルファス Si_3 を順次 n 層 (n は正の整数) 積層した多層膜を形成することにより構成される。第2図は、一例として多層膜を18層積層した時の各波長に対する反射率を計算したものである。ここで SiO_2 の屈折率は1.46、層厚は $0.274\mu\text{m}$ で、アモルファス Si_3 の屈折率は3、層厚は $0.1333\mu\text{m}$ とした。このような構造の多層膜は、第2図に示したように急峻な波長依存性を有しており、本発明の効果を十分に発揮できる。このことを実証するために第5図には上記の多層膜フィルタを形成したDFBレーザの $\Delta\beta L$ 対 αL 曲線の計算結果を示す。ここで $kL=0.5$ とした。第5図は、第3図と比較すると $\Delta\beta L$ 対 αL 曲線がブラッグ波長に対して非対称な曲線が得られることがわかる。第6図 a) は $R_1=0, R_2=0.31$ の従来型DFBレーザ。第6図 b) は本発明のDFBレーザの R_2 側端面の位相Qに対するメインモードとサブモードの発振利得差 $\Delta\alpha L$ の関係を示したものである。発振利得差 $\Delta\alpha L$ は、軸モードの安定性を評価する上で重要なパラメータであり、この値が大きいほど単一軸モー

射率依存性を示した図、第3図は従来型のDFBレーザの規格化発振波長 $\Delta\beta L$ 対反射鏡損失 αL を示した図、第4図は、従来型のDFBレーザで端面の反射率 R_2 を変化させた時の $\Delta\beta L$ 対 αL 曲線を示す図、第5図は本発明のDFBレーザにおける $\Delta\beta L$ 対 αL 曲線を示す図、第6図a)は従来型、b)は本発明のDFBレーザにおいて端面位相Qに対するDFBレーザのメインモードとサブモードの利得差 $\Delta\alpha L$ を示した図である。

図中、1はDFBレーザ、2は SiO_2 、3はアモルファス Si 、4は低反射コーティング膜である。

代理人 弁理士 内原



図1

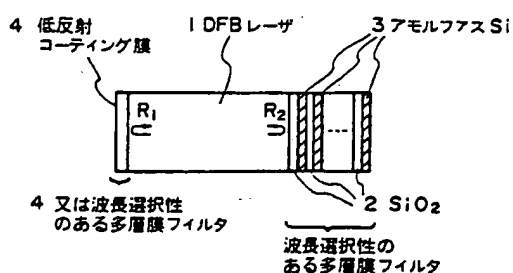


図2

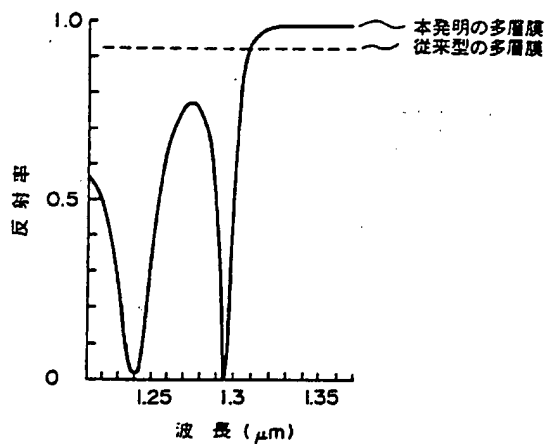


図3

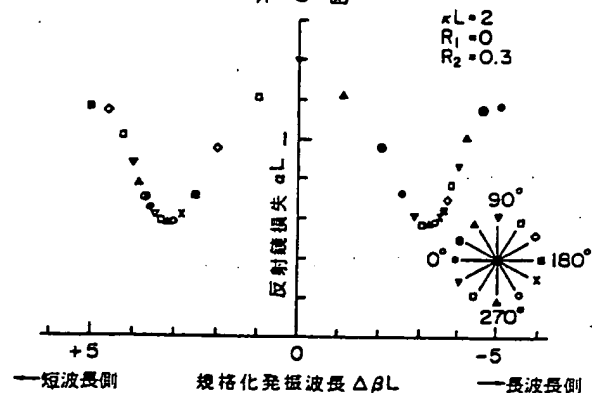


図4

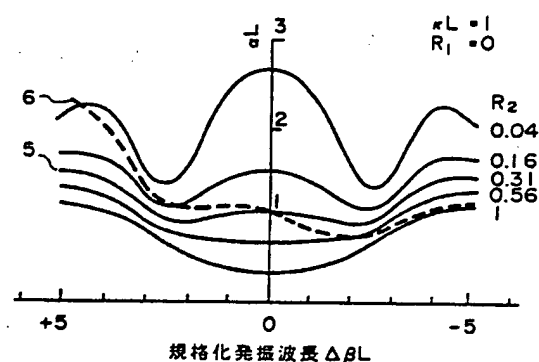


図5

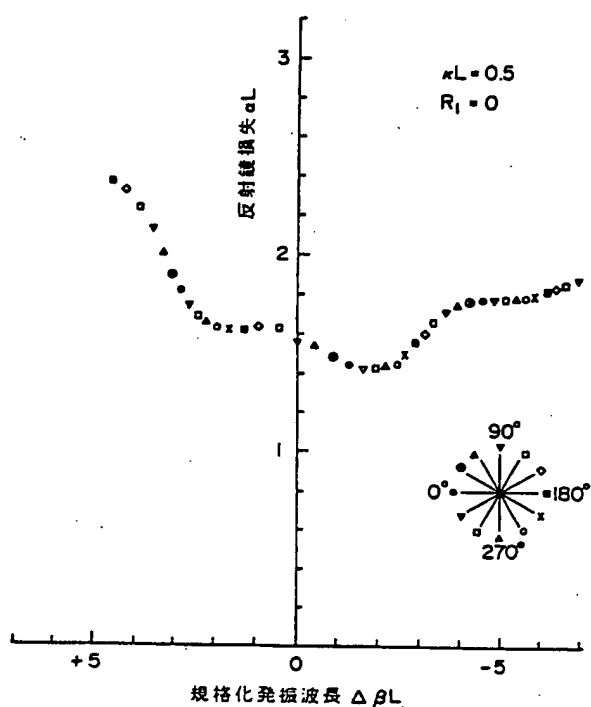


図6

